

LE CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE

Notre planète possède, comme la plupart des autres planètes du système solaire, un champ magnétique appelé champ magnétique terrestre (CMT) ou champ géomagnétique.

Quelques observations nous permettent de nous rendre compte de l'existence du champ magnétique terrestre. Par exemple, si nous plaçons une aiguille aimantée sur un pivot de telle sorte qu'elle puisse tourner librement dans un plan horizontal autour de l'axe vertical constitué par le pivot (ou si nous suspendons un barreau aimanté de telle sorte qu'il puisse tourner librement autour de l'axe vertical constitué cette fois par le fil de suspension), l'aiguille (ou le barreau) pointera toujours dans la même direction, dans un lieu ou point O donné. Cette direction est celle du **pôle Nord magnétique** (Nm). Si nous connaissons par une autre méthode et au même point O la direction du **Nord géographique** (Ng), nous obtenons un angle Ng-O-Nm qui sera appelé la **Déclinaison magnétique** (désigné par D).

Toujours au même point d'observation, montons l'aiguille aimantée cette fois-ci de telle sorte qu'elle puisse tourner librement dans un plan vertical autour d'un axe horizontal placé en son centre de gravité. Nous observons alors que l'aiguille prend une certaine inclinaison et que son axe longitudinal forme un angle par rapport à l'horizontale qui sera appelé l'**Inclinaison magnétique** (désignée par I).

Il existe donc une force qui agit sur l'aiguille aimantée de telle sorte que celle-ci prend, en un point O donné, une position précise par rapport au Nord géographique et à l'horizontale. Cette force représente le **Champ Magnétique Terrestre** (CMT).

Si nous répétons ces observations à un autre instant, à ce même point O ou en un autre lieu suffisamment éloigné du point O, nous pourrions observer que les angles D et I ne sont plus les mêmes. Nous pouvons déduire de ces nouvelles observations que le CMT doit varier aussi bien dans le temps que dans l'espace. Afin de connaître la répartition du CMT à la surface de la terre, il faut donc effectuer des mesures en un nombre suffisant de points régulièrement distribués (bases magnétiques). De même, pour connaître les variations du CMT dans le temps (au cours d'une journée, des saisons ou des années...) il faut l'enregistrer en permanence en un point donné (observatoire magnétique).

RÉPARTITION ET ORIGINE DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE

En étudiant la répartition du CMT à la surface de la terre, on a trouvé qu'il peut être représenté (au moins en première approximation) par le champ créé par un dipôle magnétique (celui par exemple produit par un barreau aimanté) placé au centre de la terre et dont l'axe ferait un angle de 11,5° avec l'axe de rotation de la terre. De ce fait, l'axe de ce dipôle perce la surface terrestre en des points qui ne sont pas identiques aux pôles géographiques mais qui, par analogie, sont appelés **pôles géomagnétiques** nord ou sud, et dont les positions géographiques respectives sont pour le pôle nord géomagnétique: 78° 5 de latitude nord, 69° de longitude ouest, et pour le pôle sud géomagnétique: 78° 5 de latitude sud, 111° de longitude est. Il est alors possible de définir également, toujours par analogie, un équateur géomagnétique, un méridien géomagnétique ou des coordonnées géomagnétiques. L'équateur magnétique correspond à un cercle le long duquel l'inclinaison magnétique est 0°. Les positions des pôles magnétiques sont variables, le pôle magnétique nord (N) se trouve dans l'extrême nord du Canada et le pôle magnétique sud (S), sur la bordure du continent antarctique, en Terre Adélie. La partie du CMT qui reste après avoir enlevé le champ dipôle du champ observé est appelée champ non-dipôle. Les deux sont variables dans le temps.

L'origine du CMT se trouve pour sa plus grande partie à l'intérieur de la terre. Ce champ principal serait créé dans la partie externe du noyau terrestre. Ce dernier est composé essentiellement de fer et de nickel, conducteurs d'électricité. Il est constitué d'une partie externe, liquide, qui entoure une partie solide, interne, appelée la graine. Les mouvements de cette partie liquide, probablement dus à la convection thermique et à la rotation terrestre, pourraient engendrer le CMT par un effet très complexe, dit de "dynamo auto-excitée". L'effet dynamo correspond à l'apparition d'un courant électrique lors du mouvement d'un conducteur d'électricité dans un champ magnétique. Les courants électriques circulant dans un conducteur d'électricité peuvent à leur tour produire un champ magnétique. Au départ, il suffirait de la présence d'un champ magnétique très faible pour déclencher et entretenir ce processus.

LE CHAMP MAGNÉTIQUE DANS L'ESPACE

La mise en œuvre des satellites artificiels a permis de mieux comprendre les phénomènes magnétiques puisque, avec eux, on peut observer le CMT et ses fluctuations dans l'espace autour de la terre (Fig. 1).

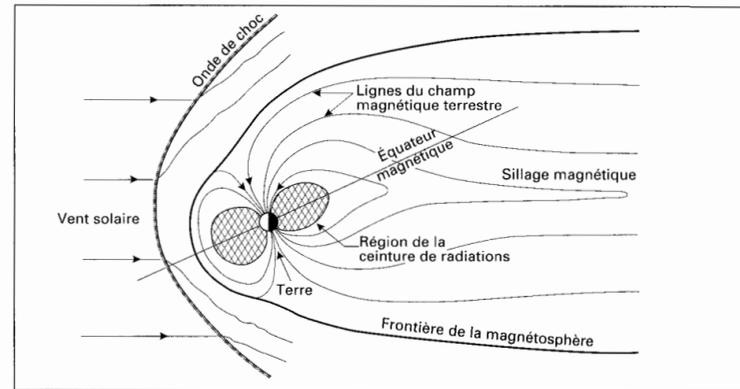


Fig. 1: Le champ magnétique terrestre dans l'espace, effet du vent solaire

Le champ magnétique apparent est confiné, sous l'effet du "vent solaire", du côté éclairé de la terre (donc face au soleil), et au contraire, très étendu dans l'espace du côté nuit ou opposé au soleil. Lors d'un orage magnétique, il est comprimé, voire déformé, sous l'effet des corpuscules provenant du soleil.

LES COMPOSANTES DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE EN POLYNÉSIE

En tenant compte des observations précédentes et du fait que la Polynésie française se trouve dans l'hémisphère sud, nous pouvons décrire les composantes du CMT à l'aide du schéma de la Figure 2.

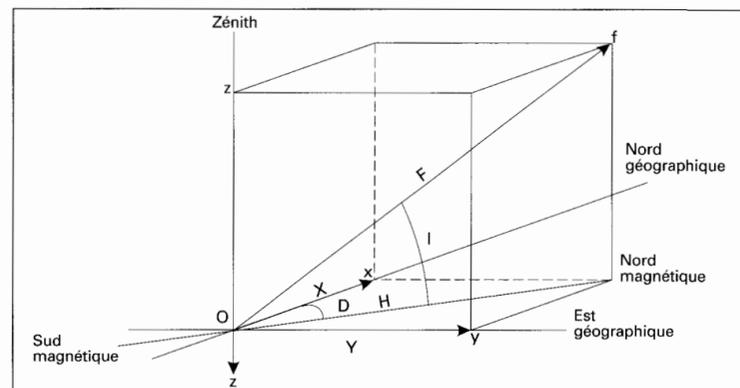


Fig. 2: Composantes du champ magnétique terrestre

Soit un système de coordonnées rectangulaires Ox, Oy, Oz, dans lequel Ox est orienté vers le Nord géographique (Ng), Oy, vers l'Est géographique et Oz, vers le bas et représentant la verticale descendante passant par le point O. Le plan vertical contenant Ox, Oz correspond au méridien géographique et le plan vertical contenant Oy, Oz correspond au parallèle.

Le vecteur F, qui représente le CMT, prend naissance en O et est dirigé vers le Nord magnétique. Sa projection sur le plan horizontal Ox, Oy sera appelée composante horizontale (H) et le plan vertical qui contient le champ magnétique F sera appelé méridien magnétique. L'angle formé par le méridien magnétique et le méridien géographique est la déclinaison magnétique (D), et l'angle formé par F et sa projection H sur le plan horizontal Ox, Oy est l'inclinaison magnétique (I).

Enfin, à la projection de la composante horizontale H sur l'axe Ox correspond une autre composante appelée composante X (ou Nord), et à la projection de H sur Oy, la composante Y (ou Est). La projection de F sur Oz est la composante Z (ou verticale).

Dans ce système, les angles sont exprimés en degrés et minutes sexagésimales, et l'intensité des autres composantes en nano-tesla, ou nT, (1 nT = 10⁻⁹ Weber/m², 1 nT = 1 g ou gamma dans l'ancien système c.g.s.).

D'autre part, et par convention, la déclinaison magnétique D est considérée comme positive ou orientale (ou "Est") si le méridien magnétique se trouve à l'est du méridien géographique. Inversement, elle est considérée comme négative ou occidentale (ou "Ouest") si le méridien magnétique se trouve à l'ouest du méridien géographique. De la même façon, et toujours par convention, l'inclinaison magnétique est considérée comme positive si le vecteur F se dirige au-dessous du plan horizontal Ox, Oy (cas de l'hémisphère Nord), et négative si le vecteur F se dirige au-dessus de ce plan (cas de l'hémisphère Sud et donc de la Polynésie française).

F, H et X prennent toujours des valeurs positives. Y sera positif si D est positif (et inversement), et Z sera positif selon la verticale descendante (cas de l'hémisphère nord, I positif) et négatif dans le cas contraire (cas de l'hémisphère sud, I négatif).

Toutes les composantes sont liées entre elles et il suffit de connaître trois éléments indépendants (par exemple D, I et F) pour en déduire les autres. Ainsi:

$$F^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 = H^2 + Z^2;$$

$$X = H \cos D; Y = H \sin D; H^2 = X^2 + Y^2;$$

$$H = F \cos I; Z = F \sin I;$$

$$\sin I = Z / F; \cos I = H / F; \tan I = Z / H;$$

$$\sin D = Y / H; \cos D = X / H; \tan D = Y / X.$$

MESURE ET ENREGISTREMENT DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE

MESURE DU CMT

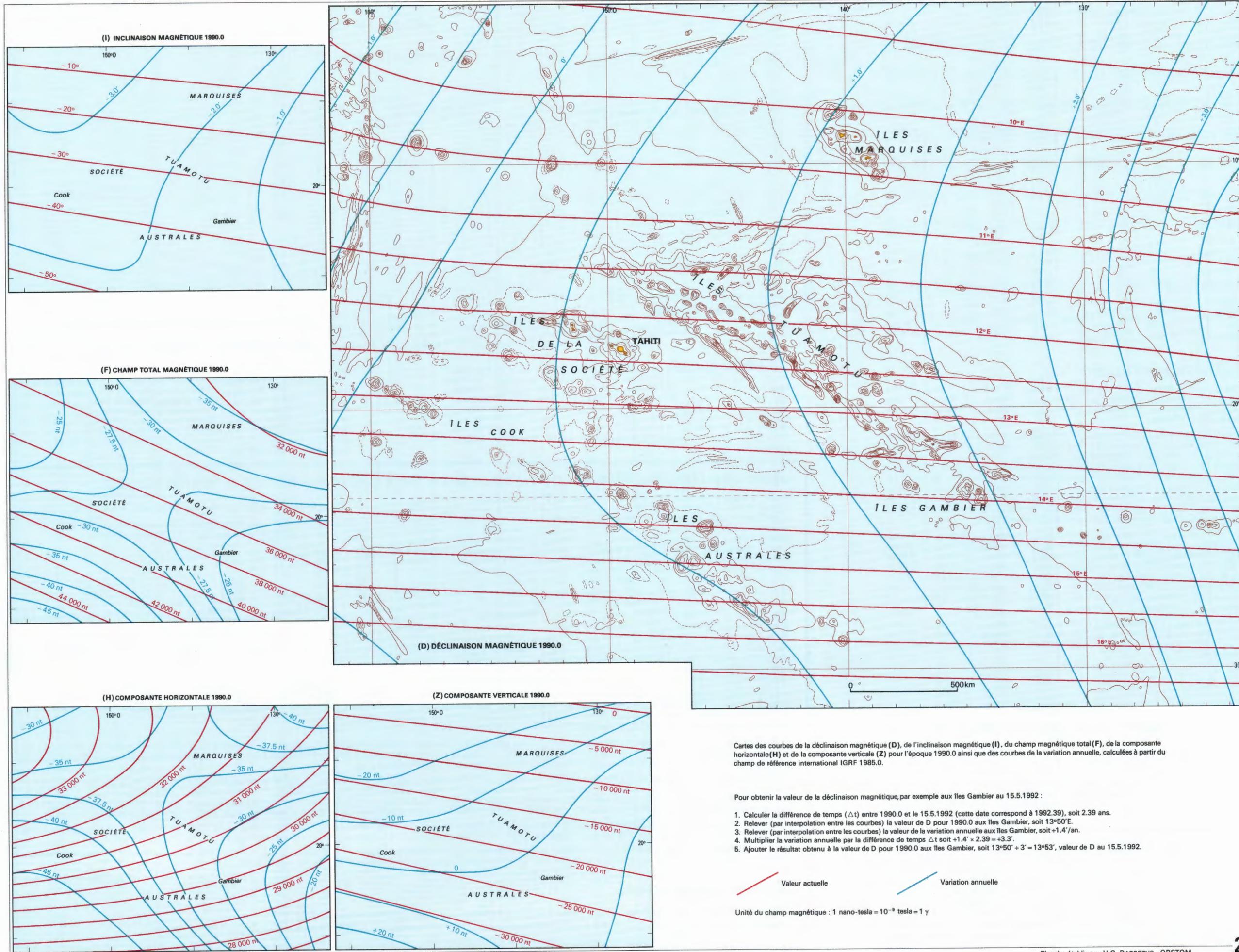
Comme nous l'avons déjà vu, il faut connaître trois éléments indépendants du CMT (par exemple D, I et F) pour pouvoir en déduire tous les autres. Les déterminations de D et de I sont effectuées depuis très longtemps, soit à l'aide de boussoles de déclinaison (pour D) ou d'inclinaison (pour I), soit encore à l'aide d'un théodolite magnétique (pour D) et d'un inclinomètre à induction (pour I). La détermination de l'intensité du CMT est plus difficile à réaliser et l'on a construit des appareils tels que le "QHM" (Quartz Horizontal Magnétomètre) et la "BMZ" (Balance Magnétique de Zéro) permettant de mesurer la composante horizontale H, la composante verticale Z, F étant obtenu ensuite par calcul.

Plus récemment, l'apparition du "magnétomètre à protons" (ou nucléaire) a révolutionné les techniques des mesures magnétiques. Un tel appareil est capable de mesurer l'intensité du CMT avec beaucoup de précision et dans un laps de temps très court, pour une mise en œuvre très simple. Il utilise l'effet de résonance magnétique nucléaire du noyau de l'atome d'hydrogène, noyau constitué d'un proton. Ce type d'instrument permet non seulement d'effectuer des mesures à partir d'un bateau, d'un avion ou d'un satellite en mouvement, mais se prête également à l'enregistrement continu du CMT. Il est également possible de mesurer soit H, soit Z, en ajoutant un système de bobines auxiliaires qui permet d'annuler Z dans le cas de la mesure de H, et H dans le cas de la mesure de Z.

Tableau 1: Moyennes annuelles des composantes déterminées à l'Observatoire Magnétique de l'ORSTOM à Pamatata, pour la période 1969-1988

Année	D	I	F	H	Z
1969	11° 01,5'	- 31° 15,9'	36 999 nT	31 626 nT	- 19 202 nT
1970	11° 01,8'	- 31° 16,0'	36 972 nT	31 602 nT	- 19 189 nT
1971	11° 03,6'	- 31° 14,8'	36 942 nT	31 583 nT	- 19 163 nT
1972	11° 05,2'	- 31° 14,6'	36 905 nT	31 553 nT	- 19 142 nT
1973	11° 06,9'	- 31° 14,2'	36 873 nT	31 528 nT	- 19 121 nT
1974	11° 07,4'	- 31° 13,9'	36 835 nT	31 497 nT	- 19 099 nT
1975	11° 08,9'	- 31° 12,0'	36 805 nT	31 482 nT	- 19 066 nT
1976	11° 09,8'	- 31° 10,0'	36 773 nT	31 465 nT	- 19 031 nT
1977	11° 10,7'	- 31° 07,8'	36 738 nT	31 447 nT	- 18 993 nT
1978	11° 11,4'	- 31° 06,7'	36 694 nT	31 416 nT	- 18 960 nT
1979	11° 12,3'	- 31° 05,1'	36 662 nT	31 397 nT	- 18 929 nT
1980	11° 13,0'	- 31° 04,4'	36 632 nT	31 376 nT	- 18 907 nT
1981	11° 13,4'	- 31° 06,0'	36 588 nT	31 329 nT	- 18 899 nT
1982	11° 13,7'	- 31° 08,5'	36 547 nT	31 280 nT	- 18 900 nT
1983	11° 14,0'	- 31° 10,5'	36 521 nT	31 247 nT	- 18 905 nT
1984	11° 14,7'	- 31° 13,2'	36 491 nT	31 207 nT	- 18 914 nT
1985	11° 15,5'	- 31° 15,4'	36 469 nT	31 175 nT	- 18 923 nT
1986	11° 16,2'	- 31° 17,7'	36 437 nT	31 135 nT	- 18 927 nT
1987	11° 17,0'	- 31° 18,7'	36 416 nT	31 112 nT	- 18 925 nT
1988	11° 17,2'	- 31° 20,9'	36 375 nT	31 065 nT	- 18 924 nT

D: Déclinaison magnétique
I: Inclinaison magnétique
F: Intensité du champ total
H: Intensité de la composante horizontale
Z: Intensité de la composante verticale



Cartes des courbes de la déclinaison magnétique (D), de l'inclinaison magnétique (I), du champ magnétique total (F), de la composante horizontale (H) et de la composante verticale (Z) pour l'époque 1990.0 ainsi que des courbes de la variation annuelle, calculées à partir du champ de référence international IGRF 1985.0.

Pour obtenir la valeur de la déclinaison magnétique, par exemple aux Iles Gambier au 15.5.1992 :

1. Calculer la différence de temps (Δt) entre 1990.0 et le 15.5.1992 (cette date correspond à 1992.39), soit 2.39 ans.
2. Relever (par interpolation entre les courbes) la valeur de D pour 1990.0 aux Iles Gambier, soit $13^{\circ}50'E$.
3. Relever (par interpolation entre les courbes) la valeur de la variation annuelle aux Iles Gambier, soit $+1.4'/an$.
4. Multiplier la variation annuelle par la différence de temps Δt soit $+1.4' \times 2.39 = +3.3'$.
5. Ajouter le résultat obtenu à la valeur de D pour 1990.0 aux Iles Gambier, soit $13^{\circ}50' + 3' = 13^{\circ}53'$, valeur de D au 15.5.1992.



Unité du champ magnétique : 1 nano-tesla = 10^{-9} tesla = 1 γ

Tableau 2: Variations annuelles des composantes déterminées à l'Observatoire Magnétique de l'ORSTOM à Pamatai, pour la période 1969-1988

Année	D	I	F	H	Z
1969-1970	+ 0,3'	- 0,1'	- 27 nT	- 24 nT	+ 13 nT
1970-1971	+ 1,8'	+ 1,2'	- 30 nT	- 19 nT	+ 26 nT
1971-1972	+ 1,6'	+ 0,2'	- 37 nT	- 30 nT	+ 21 nT
1972-1973	+ 1,7'	+ 0,4'	- 32 nT	- 25 nT	+ 21 nT
1973-1974	+ 0,5'	+ 0,3'	- 38 nT	- 31 nT	+ 22 nT
1974-1975	+ 1,5'	+ 0,1'	- 30 nT	- 15 nT	+ 33 nT
1975-1976	+ 0,9'	+ 2,0'	- 32 nT	- 17 nT	+ 35 nT
1976-1977	+ 0,9'	+ 2,2'	- 35 nT	- 18 nT	+ 38 nT
1977-1978	+ 0,7'	+ 1,1'	- 44 nT	- 31 nT	+ 33 nT
1978-1979	+ 0,9'	+ 1,6'	- 32 nT	- 19 nT	+ 31 nT
1979-1980	+ 0,7'	+ 0,7'	- 30 nT	- 21 nT	+ 22 nT
1980-1981	+ 0,4'	- 1,6'	- 44 nT	- 47 nT	+ 8 nT
1981-1982	+ 0,3'	- 2,5'	- 39 nT	- 49 nT	- 1 nT
1982-1983	+ 0,3'	- 2,0'	- 28 nT	- 33 nT	- 5 nT
1983-1984	+ 0,7'	- 2,7'	- 30 nT	- 40 nT	- 9 nT
1984-1985	+ 0,8'	- 2,2'	- 22 nT	- 32 nT	- 9 nT
1985-1986	+ 0,7'	- 2,3'	- 32 nT	- 40 nT	- 4 nT
1986-1987	+ 0,8'	- 1,0'	- 21 nT	- 23 nT	+ 2 nT
1987-1988	+ 0,2'	- 2,2'	- 41 nT	- 47 nT	+ 1 nT

D: Déclinaison magnétique
I: Inclinaison magnétique
F: Intensité du champ total
H: Intensité de la composante horizontale
Z: Intensité de la composante verticale

ENREGISTREMENT DU CMT

Pour connaître les variations du CMT dans le temps, il faut les enregistrer en permanence avec des appareils appropriés (variographes), différents selon qu'il s'agit de suivre des variations lentes ou rapides, ou d'amplitude relativement forte ou au contraire faible.

Les variographes sont généralement dérivés des appareils déjà mentionnés. Les aimants de ces instruments portent des miroirs sur lesquels est envoyé un spot lumineux que l'on peut enregistrer par voie photographique après qu'il ait été réfléchi. Si le miroir porté par l'aimant change de position à cause d'une variation du CMT, ce spot lumineux, et donc sa trace sur le papier photographique, est dévié. En enregistrant, en même temps que le spot "mobile" qui traduit les variations d'une des composantes du CMT, un spot fixe ou "ligne de base" et des repères pour indiquer le temps, on obtient un enregistrement (ou magnétogramme) des variations relatives des composantes enregistrées, généralement de D, H et Z (cf. Fig. 3).

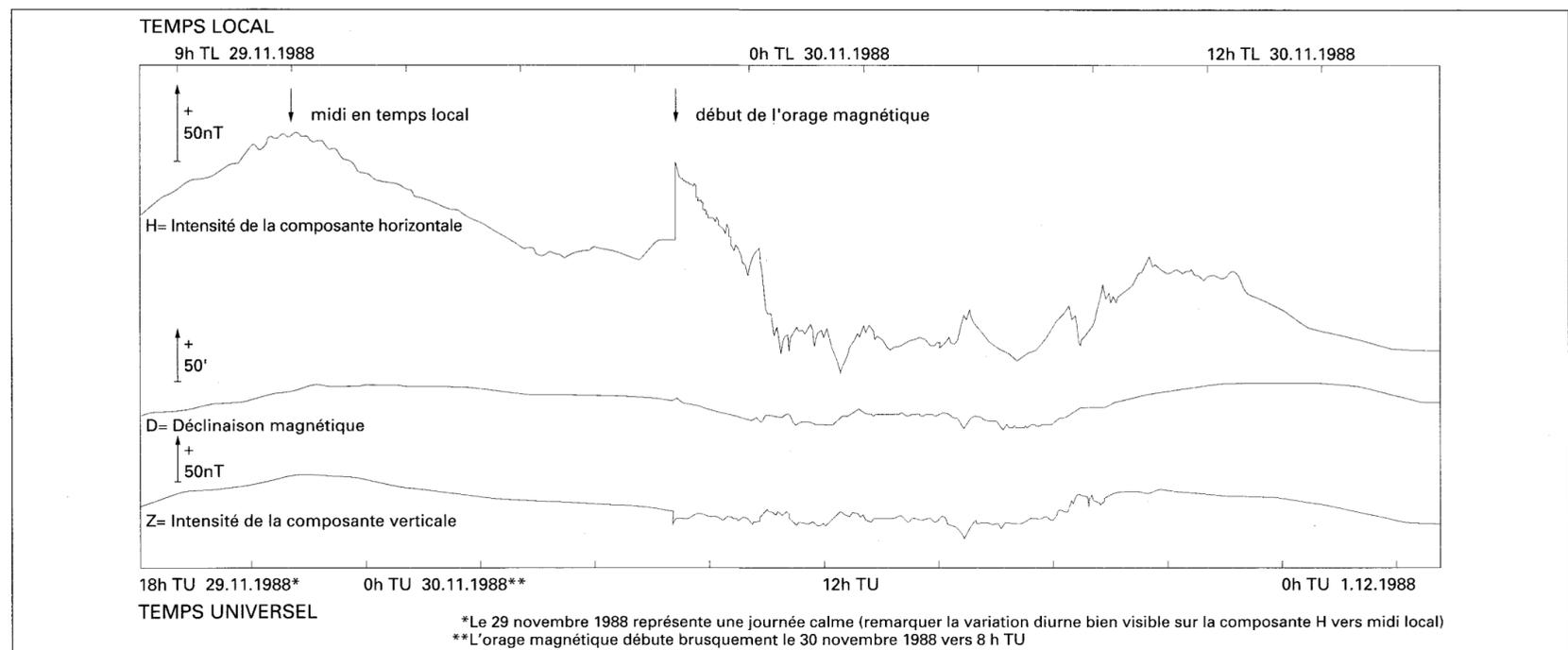
Ces variomètres doivent être étalonnés afin de pouvoir quantifier les variations enregistrées. De même, des mesures dites "absolues" effectuées périodiquement avec les appareils de mesure évoqués plus haut, permettent d'attribuer une valeur précise aux lignes de base dont la connaissance est nécessaire pour déterminer la valeur exacte d'une composante du CMT à un instant donné. Le traitement des enregistrements fournit alors toutes les informations nécessaires pour calculer, par exemple, la valeur moyenne d'une composante pour telle ou telle année et mesurer ainsi sa variation d'une année à l'autre.

L'utilisation d'un magnétomètre à protons ou encore d'un autre type d'appareil, tel que la sonde à flux, permet des enregistrements encore plus performants, et en particulier des enregistrements numériques, avec une précision toujours croissante.

VARIATIONS DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE

En étudiant les enregistrements obtenus dans un observatoire magnétique, on peut y relever un certain nombre de variations dont les unes se répètent pratiquement tous les jours aux mêmes heures, tandis que d'autres apparaissent de façon plus aléatoire. Celles du premier type sont désignées par le terme de "variations diurnes", alors que celles du second sont appelées "variations transitoires".

a. **La variation diurne** se traduit dans le cas de la composante H, par exemple, par une augmentation progressive de sa valeur qui débute aux heures du lever du soleil et atteint son amplitude maximale autour du midi local, lorsque le soleil se trouve au zénith, pour ensuite décroître et finalement s'estomper au début de la nuit (Fig. 3). Cet effet apparaît donc comme provoqué par l'influence du soleil et l'explication doit en être recherchée dans l'énergie du rayonnement solaire qui dissocie les molécules de gaz électriquement neutres se trouvant vers une altitude de 100 à 120 km, en formant des ions possédant une charge électrique. Ainsi se forme un système de courants électriques qui circulent dans cette région appelée ionosphère, et dont les effets se superposent au CMT. Ces effets dépendent de la latitude, de la saison et de l'époque du cycle solaire en ce qui concerne leur magnitude.



b. **Les variations transitoires** apparaissent généralement à n'importe quelle heure, mais avec une amplitude et/ou une morphologie variables, dans pratiquement toutes les régions du globe. Elles ne sont donc pas corrélées avec la position du soleil, mais sont précédées, dans le cas des orages magnétiques à début brusque, de certains phénomènes éruptifs se produisant à la surface du soleil. Dans ce cas, une partie de la matière éjectée (constituée de particules chargées) peut atteindre la proximité de la terre et interagir avec son champ magnétique, provoquant ainsi un orage magnétique à début brusque (Fig. 3).

Dans les régions de hautes latitudes, les orages les plus forts peuvent produire de sérieuses perturbations dans les réseaux de distribution d'électricité et dans les transmissions des signaux radio-électriques. Aux latitudes très hautes, ils sont accompagnés de phénomènes lumineux appelés "aurores polaires". Une autre catégorie de variations transitoires, d'origines diverses, est constituée par les micropulsations magnétiques sous forme d'oscillations plus ou moins régulières du CMT, d'amplitudes allant de moins d'un centième jusqu'à plusieurs dizaines de nano-teslas et de période allant de quelques centièmes de seconde jusqu'à plusieurs minutes.

APPORT DU PALÉOMAGNÉTISME À LA CHRONOLOGIE DE L'ACTIVITÉ VOLCANIQUE DES ÎLES DE TAHITI ET HUAHINE

Le champ magnétique terrestre (CMT) est essentiellement un dipôle qui est en moyenne aligné et centré sur l'axe de rotation de la terre. Cependant, une des propriétés fondamentales du CMT est de posséder deux polarités stables (normale ou inverse). Au cours des temps, plusieurs changements de polarité, ou inversion, ont eu lieu. Les connaissances actuelles indiquent que le passage d'une polarité à une autre, ou transition, s'effectue dans un intervalle de temps très court de 2 000 à 10 000 ans. L'échelle des inversions est connue avec une bonne précision, particulièrement pour les cinq derniers millions d'années, si bien que les études de magnétostratigraphie sont souvent utilisées à des fins chronologiques. Dans le cas d'une séquence de coulées volcaniques, cette technique doit être associée à quelques datations radiométriques absolues. La détermination de la polarité des aimantations rémanentes portées par les coulées volcaniques est plus simple que l'obtention des datations radiométriques, et un grand nombre de coulées peuvent alors être analysées.

La magnétostratigraphie apporte également des informations sur la dynamique de l'activité volcanique que ne peuvent pas fournir les méthodes classiques de la pétrographie. En effet, selon l'intensité de l'activité volcanique au moment du changement de polarité, la transition sera enregistrée par un nombre plus ou moins grand de coulées. Ces zones de transition sont l'objet de recherches importantes afin de bien comprendre le mécanisme de renversement du champ magnétique terrestre.

Un échantillonnage paléomagnétique détaillé d'une partie de l'activité volcanique aérienne de l'île de Tahiti a été réalisé dans la vallée de la Punaruu. Les roches de cette vallée avaient déjà été l'objet de quelques datations K/Ar (DUNCAN et MC DOUGALL - 1976) qui indiquaient que les coulées avaient été émises il y a environ un million d'années.

Les basaltes ayant un pendage vers la mer d'une dizaine de degrés, sont recoupés par la rivière et sont donc propices à un échantillonnage vertical ou horizontal. Les coulées les plus anciennes se situent à environ 4 km à l'intérieur. Les différentes polarités au moment de leur dépôt ont été indiquées sur la coupe synthétique. Les datations absolues permettent de corréler l'échelle de ces polarités avec celle établie pour le champ magnétique terrestre.

La transition la plus récente observée au sommet de la séquence est datée de 0,73 Ma et correspond à celle qui lie les épisodes de Matuyama et de Brunhes. Puisqu'une transition de polarité du champ magnétique est toujours rapide à l'échelle géologique, les données paléomagnétiques recueillies ici suggèrent d'importantes variations dans le rythme des éruptions volcaniques. Par exemple, la transition Normale-Inverse marquant la limite supérieure de l'épisode de Jaramillo est enregistrée par des coulées volcaniques épaisses de 80 m, alors que l'épisode de Jaramillo lui-même (événement de polarité normale d'une durée de 50 000 ans) n'est représenté que par environ 120 m d'épandages basaltiques.

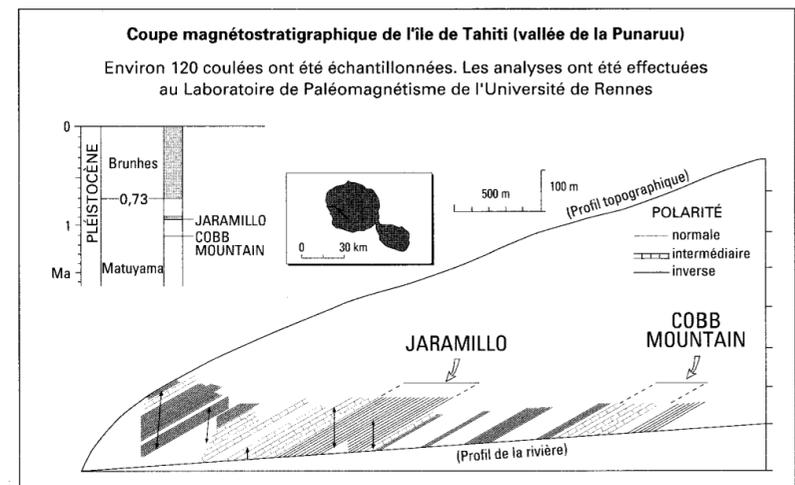
La stratigraphie magnétique indique que les 600 à 800 mètres de la partie supérieure des coulées correspondent à une période d'environ 500 000 ans, de 1,2 à 0,7 Ma. La simplicité de la coupe synthétique contraste avec la carte géologique qui s'appuie sur des datations dont certaines sont sans doute peu fiables.

Dans l'île de Huahine, une importante zone de transition paléomagnétique représentée par une épaisseur de 100 à 150 mètres de coulées volcaniques a pu être mise en évidence (ROPERCH et CHAUVIN - 1987). Elle concerne le tiers de l'activité aérienne et correspond à une crise volcanique, brève mais intense.

P. ROPERCH et A. CHAUVIN

Orientation bibliographique

- DUNCAN (R.A.) et MC DOUGALL (I.) -1976- Linear volcanism in French Polynesia. *J. Volcanol. geotherm. Res.*, 1: 197-227.
ROPERCH (P.) et CHAUVIN (A.) -1987- Transitional geomagnetic field behavior: Volcanic records from French Polynesia. *Geophys. Res. Lett.*, 14: 151-154.



Enfin, en comparant d'année en année (dans un observatoire magnétique par exemple) les moyennes annuelles des divers éléments magnétiques, nous pourrions constater une évolution plus ou moins rapide de ces moyennes. Cette évolution correspond à la variation séculaire du CMT (d'origine interne).

LE CHAMP DE RÉFÉRENCE INTERNATIONAL

Il est possible d'effectuer un traitement mathématique par analyse harmonique sphérique de l'ensemble des données obtenues dans tous les observatoires magnétiques du monde (actuellement plus de 100, mais de répartition très inégale). On obtient une formule assez compliquée permettant de calculer, pour un lieu et une époque donnés, les valeurs approchées des diverses composantes (et de leurs variations annuelles). Le champ ainsi calculé est nommé champ de référence international (IGRF = International Geomagnetic Reference Field) et sa formule est déterminée tous les 5 ans par l'Association Internationale de Géomagnétisme et d'Aéronomie, pour les époques 1980.0, 1985.0, etc. Si, en un lieu donné, on compare la valeur effectivement mesurée à celle obtenue par calcul de l'IGRF, on obtient une différence négative ou positive plus ou moins importante qui est appelée "anomalie". Cette anomalie est due aux perturbations locales du CMT.

Les cartes présentées sur la planche ont été obtenues par calcul à partir des valeurs de l'IGRF 1985.0 pour chaque degré carré. La carte de la déclinaison magnétique, D, est particulièrement utile à la navigation. L'attention des utilisateurs éventuels est attirée sur le fait que, localement, les anomalies de D peuvent atteindre, voire dépasser, 1° sur des distances de quelques dizaines de mètres. Il faut donc tenir également compte des indications portées sur les cartes marines, en particulier lors de la navigation côtière.

L'OBSERVATION DU CHAMP MAGNÉTIQUE EN POLYNÉSIE FRANÇAISE

Nous avons vu dans l'introduction que, pour connaître et pour décrire le CMT et ses variations à la surface de la Terre, il faut non seulement répéter périodiquement des mesures magnétiques en un lieu précis, mais aussi les enregistrer dans un observatoire magnétique permanent. Un tel réseau de stations temporaires et d'observatoires permanents devrait être réparti aussi régulièrement que possible à la surface de la Terre, mais une telle exigence est beaucoup plus difficile à satisfaire quand il s'agit des vastes régions océaniques de notre globe.

Si, occasionnellement, quelques mesures isolées de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques ont été effectuées en Polynésie française au temps des premiers explorateurs, de véritables efforts pour enregistrer le CMT dans cette région n'ont été entrepris que depuis 1947. C'est un géophysicien de l'ORSTOM qui a entrepris la recherche d'un site propice à l'installation d'un observatoire magnétique permanent. Un tel site doit répondre à quelques critères de base, très difficiles à réunir dans une île d'origine volcanique comme Tahiti: absence de gradients locaux du CMT importants, absence d'anomalies de la conductivité électrique du sous-sol, éloignement suffisant d'une côte... Devant la difficulté de trouver un site approprié, ce projet fut temporairement suspendu. Cependant, dans le cadre de l'"Année Géophysique Internationale" (AGI: 1957-1958), un observatoire magnétique, au moins temporaire, fut installé par le Comité National de l'AGI à proximité de l'actuel aéroport de Faaa. Finalement, c'est dans le cadre des "Années Internationales du Soleil Calme" (1964-1965) qu'un site répondant, au moins partiellement, aux conditions nécessaires, a pu être trouvé à Pamatai, sur les hauteurs de Faaa, permettant l'installation de l'actuel observatoire de l'ORSTOM qui fonctionne normalement depuis 1969. Equipé au départ pour mesurer le CMT et enregistrer ses variations, lentes ou rapides, avec le type d'appareils décrit plus haut, son équipement est régulièrement modernisé, en particulier par l'installation d'un nouveau dispositif d'acquisition numérique des données qui place aujourd'hui cet observatoire parmi les plus modernes du monde. Ajoutons que c'est à partir de Pamatai que sont organisées des campagnes de mesures et d'enregistrements temporaires du CMT dans certaines îles éloignées de Tahiti (Nuku Hiva, Tikehau, Hao), dont les résultats permettront de préciser nos connaissances sur la répartition du CMT et ses variations en Polynésie française.

H. G. BARSCZUS

Orientation bibliographique

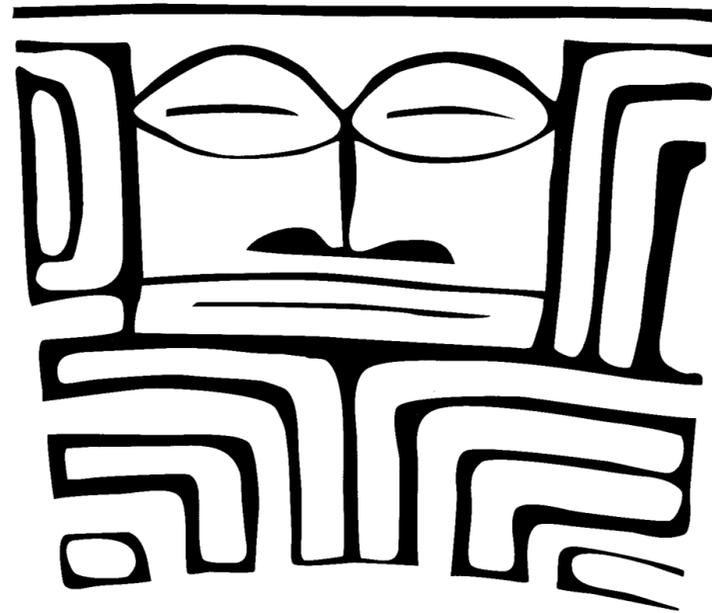
DEL COURT (J.J.) -1990- *Magnétisme terrestre. Introduction*. Masson, Paris, 316 p.

LE ROY (J.) et MICHARD (R.) -1979- *La Terre, les Eaux, l'Atmosphère*. Encyclopédie Scientifique de l'Univers, volume 1. Gauthier-Villars, Paris.

COULOMB (J.) et JOBERT (G.) -1975- *Traité de géophysique interne*. Tome 2: *magnétisme et géodynamique*. Masson, Paris. 586 p.

GOGUEL (J.) -1959- *La Terre*. Encyclopédie de la Pléiade, volume 8. NRF, Paris. 1 736 p.

ATLAS



DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE

ÉDITIONS DE L'ORSTOM

Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération

*Cet ouvrage a bénéficié du soutien du ministère des Départements et Territoires d'Outre-Mer
et du Gouvernement de la Polynésie française*

Paris 1993

ORSTOM
Éditions

© ORSTOM 1993
ISBN 2-7099-1147-7

Editions de l'ORSTOM
213 rue La Fayette
75480 Paris cedex 10

Nous adressons nos remerciements à l'Institut Géographique National et au Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
pour leur collaboration et leur aide précieuses.